



TITLE:

量子有効場理論と秩序化への応用
(京大基礎研短期研究計画「秩序化
における乱れと非線型」,研究会報
告)

AUTHOR(S):

鈴木, 増雄

CITATION:

鈴木, 増雄. 量子有効場理論と秩序化への応用(京大基礎研短期研究計画
「秩序化における乱れと非線型」,研究会報告). 物性研究 1995, 63(4):
431-432

ISSUE DATE:

1995-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/95448>

RIGHT:

量子有効場理論と秩序化への応用

東大理 鈴木増雄

目的：電子やホールの移動をとり入れたクラスター平均場近似を作る。すなわち、秩序パラメータとは独立な量子的有効場を導入する。これによって、小さいクラスターでも量子効果がとり込めるようにする¹⁻³⁾。

方法：量子有効場を境界 $\partial\Omega$ にかける：

$$\mathcal{H}_{\text{qm}} = \sum_{j \in \partial\Omega} (\lambda a_j + \lambda^+ a_j^+) \quad (1)$$

量子有効場の種類：

a) スカラーの有効場： $\lambda = \text{複素数}$

ゲージの変換を受ける有効場

b) 演算子の有効場

b1) フェルミ演算子

b2) ボーズ演算子

量子有効場の決め方：秩序パラメータに対する有効場とは質的に異なる決め方を導入する。

$$\langle \mathcal{H}_{\text{qm}} \rangle = \langle \mathcal{H}_{\text{original}} \rangle \quad (2)$$

したがって、すべての温度で $\lambda \neq 0$ となる。

具体的な応用の仕方：

1) Hubbard 模型での強磁性転移

秩序パラメータ

$$M = \sum_{j \in \Omega} (n_{j\uparrow} - n_{j\downarrow}) \quad (3)$$

これに対応する通常の平均場

$$\mathcal{H}_{\text{mf}} = -H_{\text{mf}} \sum_{j \in \partial\Omega} (n_{j\uparrow} - n_{j\downarrow}) \quad (4)$$

⑤ 量子有効場

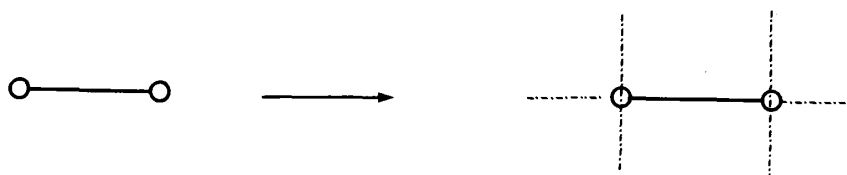
$$\mathcal{H}_{\text{qm}} = \sum_{j \in \partial\Omega} (\lambda a_{j\sigma} + \lambda^+ a_{j\sigma}^+) \quad (5)$$

2) 量子スピン系への応用：

$$\tilde{\mathcal{H}} = \mathcal{H}_\Omega + \mathcal{H}_{\text{mf}} + \mathcal{H}_{\text{qm}}, \quad (6)$$

$$\mathcal{H}_{\text{mf}} = -H \sum_{j \in \partial\Omega} S_j^z, \quad \mathcal{H}_{\text{qm}} = \lambda \sum_{j \in \partial\Omega} (S_j^x + S_j^y) \quad (7)$$

(例) two spin cluster による量子有効場理論



3) 超伝導への応用の仕方⁴⁾(工夫が必要)：例えば、

$$\mathcal{H}_{\text{qm}} = \sum_{j \in \partial\Omega} (\lambda^* a_{j\sigma}^\dagger + h.c.) \quad (8)$$

ここで (λ, λ^*) スペースに関してもトレースをとることにすれば、 $\langle a_{j\uparrow} a_{j\downarrow} \rangle$ や $\langle a_{j\downarrow}^\dagger a_{j\uparrow}^\dagger \rangle$ は超伝導相以外では零になる。

参考文献

- 1) 鈴木増雄、第 49 回 日本物理学会 年会 (福岡工業大学) 講演概要集 p.583(3/a-A-6)。
- 2) M. Suzuki, Coherent-Anomaly Approach to Critical Phenomena – Proposal of Quantum Effective-Field Theory, Trends in Statistical Physics (India, 1994).
- 3) M. Suzuki, Quantum Effective-Field Theory of Strongly Correlated Electron Systems, Physica A (1994).
- 4) 浅川 仁、鈴木増雄、準備中。